

PAT-NO: JP411259822A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11259822 A

TITLE: ELECTROMAGNETIC TRANSDUCER AND HEAD

PUBN-DATE: September 24, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
JAMES, R WEETALA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
READ RITE CORP	N/A

APPL-NO: JP10375000

APPL-DATE: December 10, 1998

INT-CL (IPC): G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the thermal influence on a magnetoresistive sensor.

SOLUTION: High-performance nonmagnetic gap layers 40, 42 for the electromagnetic transducer have dense amorphous surfaces for forming magnetoresistive sensor elements 25 having thermal conductivity and electrical insulation characteristic. These nonmagnetic gap layers contain non-single crystal compds. of AlN, SiC, SiO

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-259822

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.⁸

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数19 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-375000

(22) 出願日 平成10年(1998)12月10日

(31) 優先権主張番号 08/988, 544

(32) 優先日 1997年12月10日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 592060422

リード・ライト コーポレーション
READ-RITE CORPORATI
ON

アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95035 ミルピタス ロスコージェスト
リート 345

(72) 発明者 ジェームス・アール・ウィータラ
アメリカ合衆国・カリフォルニア州・
94588, プレザントン, ラ・キンタ・コー
ト・7841

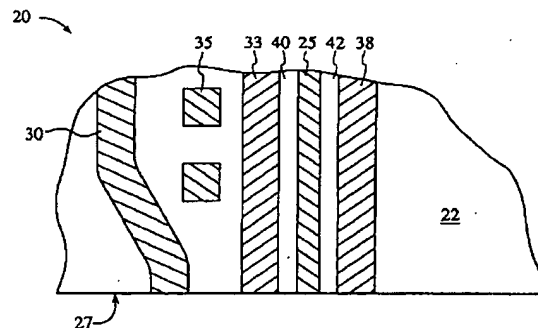
(74) 代理人 弁理士 梅田 明彦

(54) 【発明の名称】 電磁変換器及びヘッド

(57) 【要約】

【課題】 磁気抵抗センサへの熱的影響を低減する。

【解決手段】 電磁変換器のための高性能非磁性ギャップ層40、42、55、58、62、64は、熱伝導性かつ電氣的絶縁性で、磁気抵抗センサ素子25、60を形成するために密なアモルファス面を有する。この非磁性ギャップ層は、AlN、SiC、SiO₂、Si₃N₄、BeO、及びTa₂O₃の非単結晶化合物を含み、熱伝導性及び絶縁破壊電圧がアルミナと比較して非常に高く、巨大磁気抵抗ヘッドやスピナルブ型ヘッドに特に適している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の検出導体に接続され、かつ両側に一対の主面を有する磁気抵抗センサと、少なくとも一方の前記主面に隣接して配置された磁性層と、

前記磁気抵抗センサと前記磁性層との間に配置され、かつ前記磁気抵抗センサに隣接して、前記磁気抵抗センサから前記磁性層に熱を伝達して、電気を伝えない熱伝導性・電気的絶縁性の非磁性(amagnetic)層とを有することを特徴とする電磁変換器。

【請求項2】 前記非磁性層が非単結晶構造を有する材料で作られていることを特徴とする請求項1に記載の電磁変換器。

【請求項3】 前記非磁性層が、基本的にAlN、SiC、SiO₂、Si₃N₄、BeO、及びTa₂O₃からなる群から選択した化合物で作られていることを特徴とする請求項1に記載の電磁変換器。

【請求項4】 前記化合物が非化学量論的(nonstoichiometric)原子比率を有することを特徴とする請求項3に記載の電磁変換器。

【請求項5】 前記非磁性層が前記磁性層に隣接することを特徴とする請求項1に記載の電磁変換器。

【請求項6】 前記磁気抵抗センサがスピナルバルブ型センサであることを特徴とする請求項1に記載の電磁変換器。

【請求項7】 前記非磁性層が非多孔性であることを特徴とする請求項1に記載の電磁変換器。

【請求項8】 前記非磁性層が、前記磁気抵抗センサに隣接する非単結晶構造と、前記磁気抵抗センサから遠い位置に結晶質構造とを有することを特徴とする請求項1に記載の電磁変換器。

【請求項9】 前記非単結晶構造がアモルファスであることを特徴とする請求項8に記載の電磁変換器。

【請求項10】 関連する媒体上の情報を読み出し又は書き込むためのヘッドであって、複数の導電層、複数の磁性層、及び複数の電気的絶縁性の非磁性層を含む隣接する固体層の積層体を有し、前記複数の非磁性層の主要部分が、AlN、SiC、SiO₂、Si₃N₄、BeO、及びTa₂O₃からなる群から選択した化合物で形成されていることを特徴とするヘッド。

【請求項11】 前記積層体が磁気抵抗センサを有することを特徴とする請求項10に記載のヘッド。

【請求項12】 前記磁気抵抗センサに隣接する前記複数の非磁性層の1つの層が、非単結晶形態であることを特徴とする請求項11に記載のヘッド。

【請求項13】 前記磁気抵抗センサに隣接する前記複数の非磁性層の1つの層が、前記磁気抵抗センサに隣接する側にアモルファス形態と、前記磁気抵抗センサから遠い側に結晶形態とを有することを特徴とする請求

項11に記載のヘッド。

【請求項14】 前記積層体に隣接する基板を更に有し、前記基板が前記複数の非磁性層の主要部分に適合する材料で作られていることを特徴とする請求項10に記載のヘッド。

【請求項15】 前記複数の非磁性層の実質的に全部が、前記群の化合物で形成されていることを特徴とする請求項10に記載のヘッド。

【請求項16】 前記化合物が非化学量論的原子比率を有することを特徴とする請求項10に記載のヘッド。

【請求項17】 複数の非磁性・電気的絶縁性非単結晶層に隣接する複数の磁性導電層を含む複数の薄膜で形成された電磁変換器を有し、

少なくとも1つの前記非磁性層が、基本的にAlN、SiC、SiO₂、Si₃N₄、BeO、及びTa₂O₃からなる群から選択された化合物からなることを特徴とする電磁記憶装置のヘッド。

【請求項18】 前記化合物が非化学量論的原子比率を有することを特徴とする請求項17に記載のヘッド。

【請求項19】 前記電磁変換器が磁気抵抗センサであることを特徴とする請求項17に記載のヘッド。

【請求項20】 前記電磁変換器がスピナルバルブ型センサであることを特徴とする請求項17に記載のヘッド。

【請求項21】 前記化合物が金属酸化物であることを特徴とする請求項17に記載のヘッド。

【請求項22】 前記1つの非磁性層が、他の1つの前記非磁性層及び少なくとも1つの前記磁性導電層に隣接することを特徴とする請求項17に記載のヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電磁変換器又はヘッドに関するものであり、特に信号検出のために磁気抵抗効果を利用する電磁変換器又はヘッドに関するものである。

【0002】

【従来技術】電磁変換器用センサとして磁気抵抗(MR)素子を用いることにより、ディスクやテープ駆動機構のヘッドの性能が改善されている。周知のように、MR素子の抵抗は、該素子に加わる磁界によって変化するので、MR素子を流れる電流を用いて抵抗の変化を測定することにより、前記磁界を求めることができる。

【0003】バルク材料は或る程度のMR効果を示すが、この効果は通常、印加される電束及び磁束に関して素子が小さくなる程より顕著になる。従って、透磁率が高くかつ保磁力が低い、ニッケルと鉄の合金であるパーマロイのような材料で形成された薄膜は、その膜厚が約500Å未満であるときにヘッドのセンサとして有用であることが知られている。膜厚がより薄い薄膜は量子力学的効果を示し、スピナルバルブのようなMR感知装置に

利用することができる。ビットサイズの小型化に関連する高記憶密度化も、同様により小さいMR素子を必要とする。

【0004】一般に、MR感知動作に用いられる薄膜は、薄くなればなるほど、膜厚や構造の均一性が重要になる。同様に、その上に薄膜を形成する材料の表面即ちテンプレートは重要である。ハードディスク装置のヘッドは通常、ディスク上に信号を書き込むために用いられる一対の透磁性膜層の間に、またはそれに隣接して配置されるギャップ領域にMRセンサを有する。このギャップを形成する従来の材料は、成形や加工が容易であることが知られており、薄いMR膜を形成するのに適したテンプレートとなるアルミナ(Al_2O_3)である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、アルミナは、水分に対して強い親和性を有し、また多孔性の柱状分子構造を形成し易い傾向があり、この両方の性質が、隣接するMRセンサの品質及び完全性を低下させる虞がある。

【0006】また、MR素子は、温度変化が一般に、磁束の変化又は誤った信号として誤認され得る抵抗の変化をもたらすことから、温度変化に対して敏感である。例えば、ヘッドとディスクの一時的な接触によって生ずる高熱が、このような信号のエラーを発生させる虞があり、そのためにMRセンサを熱的に隔離することは有益である。しかしながら、一般に磁気抵抗が高くなることは、MR薄膜により生ずる熱の増加を意味し、従ってセンサの動作中の温度上昇がより大きくなる。この動作温度の上昇は、信号の読み出しにも悪影響を及ぼす虞がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、電気的絶縁性に加えて熱伝導性であるように構成した全く新規の非磁性材料層をMRセンサに隣接させて使用する。重要な点は、更にこの非磁性層により、その上に繊細なMRセンサを形成するのに好適な面が提供されることである。この非磁性材料は、例えば AlN 、 SiC 、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 BeO 、及び Ta_2O_3 のようなアモルファスの固体酸化物又は窒化物が好ましい。このような化合物は半導体加工技術を用いて形成することができ、他の層の加工の際にアルミナよりも損傷を受けにくい。このような化合物をアモルファス層に形成することにより、2、3個の原子の層程度の薄い膜厚のMR薄膜を形成するのに有利なテンプレートが得られる。これらの層はち密で、一般的なMR素子に対する汚染物質である水や酸素を透過しない。

【0008】これらの材料の非磁性は、隣接するMR素子と全く対照的で、それによりこの材料をギャップ層として用いることができる。また、この材料は、繊細なMRセンサと類似した熱膨張係数を有し、それによって加

工時又は動作時の温度変化によるMRセンサへの過剰な応力や破損を生じさせない。また、これらの材料は、アルミナより絶縁破壊電圧を高くすることができ、かつ多孔性が低く、それによりセンサの短絡や静電放電(ESD)による損傷の可能性を少なくしている。これらの材料の電気的短絡を生じ難い性質により、MRセンサの分解能を改善し得る非常に薄いギャップ層の形成が可能であり、かつ一般に、近傍のヒートシンク層への熱伝導性が高くなる。この象徴的な特性の組み合わせにより、これらの材料は高性能のギャップ層として用いられる。

【0009】前記高性能ギャップ層は、有用な信号が得られるようにセンサの磁化を配向するために、永久磁石または反強磁性材料によるピン留め(固定)、傾斜電流バイアスまたは軟隣接地層を用いた単純なMRセンサにおいて用いることができる。むしろ、この高性能ギャップ層は、センサからの放熱の必要性が高い巨大磁気抵抗(GMR)センサのような、多数のより薄い膜を備えたMRセンサに使用することができる。高レベルの信号を発生し、かつ従って大部分の熱を発生させる非常に薄い薄膜が必要となるスピンバルブ(SP)型センサについて、この高性能ギャップ層を用いることは一層有益である。SPセンサの量子力学的動作は、過剰な熱による悪影響を受けることがあり、従って前記高性能ギャップ層の熱伝導性の利益を享受できる。膜厚や他の基準に応じて、前記高性能ギャップ層の形成は、少なくとも最も重要な層についてイオンビームデポジション又はマグネトロンスパッタリングを用いることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】図1は、硬質ディスクのような記憶媒体上に信号を書き込み又は読み出すためのヘッド20の電磁変換器部分を示している。この電磁変換器は、図面には示していないが、数千個の同様の電磁変換器とともにウエハ基板22上に薄膜を付着させかつ加工した後、個々のヘッドに分離することによって形成される。このヘッド20は、該ヘッドの媒体対向面27に隣接配置される記憶媒体からの信号を読み出すためのMRセンサ25を有する。また、このヘッド20は記憶媒体に信号を書き込むためにコイル35による電磁誘導によって駆動される一対の透磁性層30、33を有する。MRセンサ25は、書き込みのために用いられる透磁性層33と共に、透磁性層38によって磁気的にシールドされている。シールド層33、38の間に、MRセンサ25を取り巻く一対の高性能ギャップ層40、42が配置されている。

【0011】この高性能ギャップ層40、42は、MRセンサ25について使用するのに理想的に適した、独特の特性の組み合わせを有する。第一に、ギャップ層42は、MRセンサ25の形成及び更にその性能を改善するために、平滑かつち密で低応力の面を提供する。MRセンサ25は、2、3個の原子の層程度の薄い層で形成さ

れ得るので、これらの層の形成のために設けられる分子テンプレートの一貫性は重要である。第2に、高性能ギャップ層40、42は、MRセンサ25に近い熱膨張係数を有することにより、該センサの形成又は動作中の温度変化が、該センサへの過剰な応力や破損を招くことがない。

【0012】第3に、高性能ギャップ層40、42は、熱伝導性であるが電気的絶縁性かつ非磁性であり、それにより、MRセンサ25から熱を放出してその性能を高めることができる。ここで、熱伝導性とは、アルミナの少なくとも2倍の熱伝導性を有する材料を意味している。例えば、AlNはアルミナの約7倍の熱伝導性を有し、またSiCの熱伝導性はアルミナの約3倍である。一方、BeOは、アルミナの10倍以上の熱伝導性を有する。前記高性能ギャップ層は、ヒートシンクとしての役目を果たす巨大な前記金属シールド層とMRセンサとの間にサンドイッチ状に挟まれていることから、熱伝導性が10倍高くなることにより、概ねセンサからの放熱が10倍改善されることになる。

【0013】高性能ギャップ層40、42は、AlN、SiC、SiO₂、Si₃N₄、BeO、及びTa₂O₃のアモルファス又は他の非単結晶化合物から作ることができる。AlN及びSiCは、特に良好に機能するようである。この化合物は、完全に化学量論的に合っている必要はない。例えば、アルミニウム原子と窒素原子間の僅かな不均衡は、これが層40、42の電気的絶縁性を損なわないことは重要であるが、むしろ好ましい場合があり(即ち、Al_{1-x}N_(1-x)、ここでx≠0.5)、熱伝導性を高めることがある。アルミニウムと窒素とで結合長さが異なることが、アモルファス構造の形成を促進し得る。

【0014】他方、SiCは、高い熱伝導性を持ちながら、たとえシリコン原子の数と炭素原子の数の間に大きな不均衡があっても、電気的絶縁性の非単結晶構造を有するように形成することができる。例えば、層40、42におけるシリコン対炭素の濃度比を徐々に変化させて、MRセンサ25から遠い側の結晶性・高熱伝導性構造に組み合わせて、MRセンサ25に近い側をアモルファスの微晶質または多結晶面にすることができる。同様に、上述したいずれの化合物も、MRセンサ25の構造的完全性を改善するために、該センサに隣接する層をアモルファス層で形成し、かつセンサから遠い側の層は、熱伝導性を高めるために結晶性の層で形成することができる。

【0015】図2は、ヘッド20の形成に伴ういくつかの工程を詳細に示した図である。まず、平滑に研磨したウエハ基板22を準備するが、従来はこれにアルミナを用いている。しかしながら、本発明では、これに代えて、熱膨張率を釣り合わせるために、例えばAlNやSiCのような高性能ギャップ層の材料に類似した材料で

基板22を形成することができる。次に、好ましくはパーマロイからなる透磁性層38を、基板22の上に直接形成するか、又はパーマロイからなる下地層を先に基板上にスパッタし、その後に層38の残りの部分を電気めっきする。次に、層38を研磨して、1ミクロン未満から数ミクロンの値となり得る均一な厚さにする。

【0016】研磨した清浄なシールド層38の上に、第1高性能ギャップ層42をスパッタリング又はイオンビームデポジション(IBD)によって形成する。スパッタリングが一般に高速かつ低コストであるのに対し、IBDは、膜層をより慎重に制御しかつ均一にすることができる。簡単なMRセンサには、層42は約1000Åの膜厚が好ましく、これにはスパッタリングで十分であるが、より高い信号強度のSPセンサは、層42に、約100Å~900Åの範囲で最適の膜厚を必要とする場合がある。

【0017】層42は、アモルファス多結晶かつ/または微晶質分子構造を含む。好ましくは、AlN又はSiCからなる非単結晶構造である。また、層42は反磁性かつ非磁性(nonmagnetic)材料を含み、非磁性(amagnetic)である。層42は、その付着後に軽く研磨しかつ清浄化して、MRセンサ25形成のための平滑な非多孔性面を設ける。層42は水分を透過させず、MRセンサ25に類似の熱膨張係数を有する。層42(及び層40)の電気的絶縁性には、特に膜厚が1000Å未満の膜層について、アルミナより実質的に高い絶縁破壊電圧が含まれる。

【0018】次に、本願出願人に譲渡されたシェン(Shen)他による米国特許第5,646,805号公報に記載のように、MRセンサ25をIBEフォトリソグラフィ及びエッチングにより、高性能ギャップ層42上に形成する。フォトレジスト工程では、アルミナを早くエッチングする性質のアルカリ性現像液を使用するので、高性能ギャップ層42により、MRセンサ25を形成するために耐久性の高い均一な面が得られる。同様に、MRセンサ25の製造に用いられるエッチング剤の多くは酸又は塩基であるが、これに対して高性能ギャップ層42は、従来の親水性のアルミナより格段に高い耐久性を有する。

【0019】MRセンサは、本実施例に示すように、バイアスのための軟隣接層(SAL)を備えた比較的単純な三層構造、図示していないが同様に単純な傾斜電流バイアス構造、又はより複雑なスピナバルブ型センサとすることができる。本明細書において、「磁気抵抗(MR)センサ」の語は、センサに印加される磁界の強度及び/又は方向に応じて変化する電流に対する抵抗率を利用した感知機構を含むことを意味し、例えば巨大磁気抵抗(GMR)センサ、コロサル(colossal)磁気抵抗(CMR)センサ、またはスピナバルブ(SP)型センサを含む。

【0020】単純なMRセンサ25を形成するために、初めに膜厚約150Åの透磁性または軟質のパーマロイからなる層41を、ギャップ層42上にIBDにより形成する。これは、SAL41を分流する電流によりMRセンサ25への線形化磁界を与えるためのものである。SAL41の上に、高性能ギャップ材料でスペーサ層43を、MRセンサ25に隣接する中央領域で約800Åの膜厚を有し、かつそれ以外の領域では薄くなるように形成する。次に、パーマロイ・センス層を形成し、かつ両側にハードバイアス膜44、46のための傾斜面を残すように、スペーサ層43に沿ってエッチングする。次に、ハードバイアス層44、46の上に電気リード45、47を形成する。次に、MRセンサ25及びリード45、47の上に第2高性能ギャップ層40を形成し、その後ヘッドの残りの部分を形成する。前記ヘッドの非磁性層以外の部分には、アルミナのような従来の材料を用いることができるが、ここでは、高性能ギャップ層40、42、43を形成する材料と本質的に同じ材料を用いることが好ましい。

【0021】図3は、SPセンサに隣接する対の高性能ギャップ材料層の形成を示している。第1透磁性シールド層50を、従来の工程で研磨しかつ清浄化した基板52の上に形成する。次に、第1高性能ギャップ層55を数100Åの均一な膜厚に形成する。第1ギャップ層55は、第2高性能ギャップ層58の形成前に研磨してもしなくてもよい。第2ギャップ層58の研磨及び清浄化後、本願出願人に譲渡された1996年7月17日付米国特許出願番号第08/682,276号明細書に記載のように、SPセンサ60を形成する。簡略化のため、添付図面ではSPセンサ60を単一の層として記載したが、実際には、このセンサは膜厚5~10Å程度のものを含むいくつかの層で形成されている。SPセンサ60を形成した後、別の高性能ギャップ層の対62、64を形成し、その後にもう1つのシールド層66を形成する。

【0022】複数の隣接する高性能ギャップ層55、58及び/または高性能ギャップ層62、64を用いることにより、多くの有用な構成が可能となる。例えば、層55、64をBeOで形成し、かつ層58、62をAlNで形成することができる。別の実施例では、層55、64をアモルファスにし、かつ層58、62を単結晶にして、アモルファス層55、64によりSPセンサ60への応力を最小限にし、かつ単結晶層58、62により熱伝導性を最大化することができる。各層55、58、62、64の寸法は、必ずしも同一である必要は無いが、約50~1000Åの範囲にすることができる。

【0023】層55、58、62、64の形成時及び形成後に、或る層の材料が隣接する層に拡散することがある。例えば、層55は本来SiCであるが、隣接する層58からのアルミニウム原子または窒素原子を含むこと

があり、同様に層58は本来AlNであるが、シリコン又は炭素原子を含むことがある。また、上述したように、層55、58、62、64の全てまたは何れかにおいて、傾斜組成即ち不定比(nonstoichiometric)化合物を形成することは有用である。

【0024】本発明の高性能ギャップ層は、読取り専用ヘッド又は読取り/書き込み組合せヘッドに用いることができる。読取り/書き込み組合せヘッドの場合には、MRセンサ及び関連する高性能ギャップ層を、電磁誘導による書き込みのために用いられるものと同じギャップ内に配置し、又は別個に配置することができる。後者の場合には、MRセンサの形成は、書き込み素子の形成の前でも後でも可能である。いずれにせよ、他の非磁性・電氣的絶縁性の層を前記高性能ギャップ層と同じ材料で形成することは、材料及びプロセスの一致という利点が、例えば熱伝導率に起因するようなそれ自体に存在し得る欠点を超える場合に好ましい。

【0025】

【発明の効果】本発明の電磁変換器によれば、上述した熱伝導性・電氣的絶縁性の非磁性層を設けることにより、MRセンサの形成及び性能向上に適した面が得られ、かつ該センサの動作により生じる熱を放出させることができるので、従来より高性能かつ安定した電磁変換特性を実現でき、これを磁気記憶装置のヘッドに用いた場合には、装置の小型化・高記憶密度化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高性能ギャップ材料を備えたヘッドの一部を示す断面図である。

【図2】図1のヘッドを形成する工程を示す断面図である。

【図3】本発明の第2実施例のヘッドを形成する工程を示す断面図である。

【符号の説明】

- 20 ヘッド
- 22 ウエハ基板
- 25 MRセンサ
- 27 媒体対向面
- 30 透磁性層
- 33 透磁性シールド層
- 35 コイル
- 38 透磁性シールド層
- 40 高性能ギャップ層
- 41 軟隣接層(SAL)
- 42 高性能ギャップ層
- 43 スペーサ層
- 44 ハードバイアス層
- 45 リード
- 46 ハードバイアス層
- 47 リード

9

- | | |
|----|----------|
| 60 | SPセンサ |
| 62 | 高性能ギャップ層 |
| 64 | 高性能ギャップ層 |
| 66 | シールド層 |

【図2】

